G. BACH-DRAGUTINOVIĆ

ZNAŠ LI, ŠTO JE ELEKTRICITET?



19 MALA NAUČNA KNJIŽNICA
HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

GVIDO BACH DRAGUTINOVIĆ

ZNAŠ LI ŠTO JE ELEKTRICITET



NAKLADNI ZAVOD HRVATSKE
ZAGREB 1947

MALA NAUČNA KNJIŽNICA
HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

19

UVOD: ISKRE STAROG MAČKA. — »ZLATO MORA«. — ELEKTRICITET JE MOĆ NAŠEG VIJEKA.

Zima. Vjetar brije. Velik zapuh snijega dosegao je zaleđen prozor naše kućice. Staklo se ukrasilo ledenim cvjetovima. Sumrak je pao, ali mi još nismo zapalili svijetlo. Ugodno je sjediti uz toplu peć pri slabom odsjevu vatre i slušati pucketanje suhe klade, koja dogorjeva. I našem starom crnom mačku se to sviđa. I on je ovdje i drijema u krilu naše bakice. Ona ga gladi, a njemu godi pa prede.

Ali . . . ! Što je to? Što se događa večeras s našim mačkom? Kakvo je to čudo?

Kadgod bakica pogladi mačka, za njenom rukom iskaču neke sitne iskrice. Jedva ih i primijetiš, ali jasno čuješ njihovo pucketanje . . . Zapalimo svijetlo, ali nemamo što vidjeti. Naš je crni mačak kao svaki drugi. Gladimo ga mi, kao što ga nije nitko dosad tako marljivo gladio, a njemu godi i mirno dalje prede. Iskrice više ne vidiš, jer je svijetlo naše svjetiljke (»lampe«) jako, ali jasno čuješ njihovo pucketanje. Snažno ga gladiš od glave do repa, pa kad digneš ruku — gle čuda!! — podigne se i dlaka našeg dremljivog

mačka. Čudimo se mi, a čudi se i mačak, što ga danas toliko mazimo.

* * *

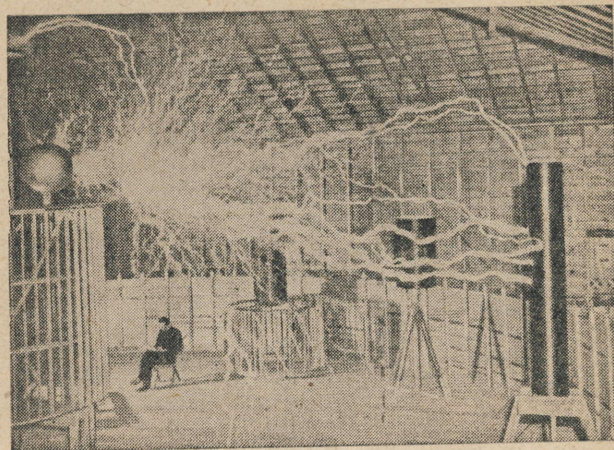
Davno, u prastaro doba prije mnogo hiljada godina, kad još nije bilo ni traga čovjeku, bujno su rasle goleme crnogorične prašume. Oluje, gromovi, gladni kukci i gljivice oštećivali su borove tih prastarih šuma. Borovi su svoje rane liječili žutom smolom, koju su bogato izlučivali, i ona se cijedila po kori, kapala na tlo i u vodu.

Prohujala su stoljeća i tisućljeća. Drvo je crnogoričnih prašuma pougljenilo, a smola se osušila i otvrdnula. Nadošle su i velike poplave mora. Morski su valovi postepeno odnosili smolu, i ona ostade u mulju na dnu mora.

I danas poslije jake bure, kad se stišala zaglušna buka bijesnih valova, koji su strašnim hukom udarali o obalu, naći ćeš izbačenu morsku travu sa žutim komadima te prastare smole. Nazivamo je jantar ili ćilibar, a neki je zovu — zlato mora. Jantar nam priča o životu izumrlih kukaca i životinja, jer su u njemu ostali ulijepljeni i uščuvani pauci, pčele, stonoge i druge vrste kukaca te dlake i perje životinja, koje su u to pradavno doba živjele.

Čovjek odavna poznaje jantar. Praznovjerni su ljudi nosili oko vrata ogrlicu od svjetlucavog jantara, da ih zaštiti od bolesti ušiju, očiju i ludila. I stari su Grci poznavali jantar. Već je 600

godina prije računanja našeg vremena, dakle prije 2500 godina, grčki mudrac Thales opazio, da jantar natrljan privlači lake predmete. Stari su Grci jantar zvali »elektron«, i zato danas tu čudnu moć



Sl. 1. Kad je čovjek bolje upoznao elektricitet, uspjelo mu je dobiti iskre, koje su znatno veće od onih iskrica, što ih dobivamo, kad gladimo mačka. Već je g. 1899. izumitelj i naučenjak Nikola Tesla — sin našega naroda, poznat po cijelom svijetu — uspio dobiti umjetne munje (električne iskre), koje su bile duge 4 metra.

jantara i nekih drugih predmeta, koji poslije trenja privlače, nazivamo *elektricitetom.* Mi takve pojave nazivamo električnim pojavama.

One pak iskrice na mačku i podizanje dlaka njegova krzna za rukom naše bakice, također su električne pojave.

A koja je sila privukla lagane dlake mačjeg krzna k ruci?

Dlake našega mačka privukao je elektricitet. Elektricitet je sila.

Ovo nam milovanje mačka izgleda kao igranje djece. Netko će reći: »Te iskrice na mačku, to privlačenje dlaka — to je igračka za djecu!« Pred dvije stotine godina gledali su tako čak i neki naučenjaci na električne pojave. I za njih je elektricitet bio igrarija. Ali kad su ljudi tu igračku bolje upoznali, stvorili su električne strojeve sa snagom od milijun konja.

Danas se koristimo snagom elektriciteta. On se upotrebljava u svim gradovima, a širi se i na selu. Elektricitet je osvojio naše gradove. Danas on osvaja sela. Električni su strojevi svakim danom sve savršeniji i jeftiniji pa sve više potiskuju parne strojeve i benzinske motore. Elektricitet znači napredak.

Danas možemo kraj električne rasvjete jednako dobro raditi, čitati, pisati i usred noći, kao da je dan. Ova će vam knjižica kazati, zašto električna žarulja svijetli.

Vidjeli ste telefon. I to je električna sprava. Znate li, kako naš glas putuje preko devet brda i još mnogo dalje? Mi možemo prenositi i bez žica govor, pismo i slike u velike daljine. Radio prenosi govor preko kopna i mora, električni dalekopisači prenose pismo, a televizijski aparati slike.

Čovjek je podigao divovske brane i ukrotio divlju rijeku. Tu su sagrađene električne hidrocentrale. Bijesna ukroćena rijeka svojom snagom pokreće velike generatore,[1] koji nam daju elektri-

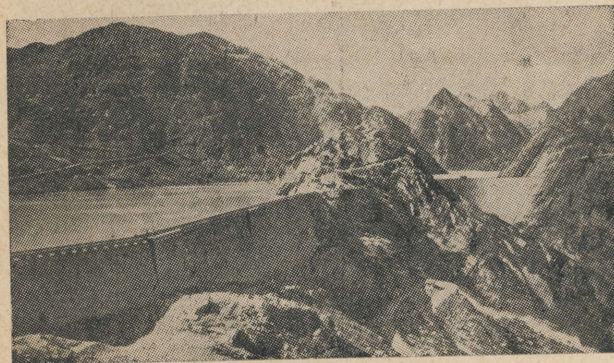


Foto: Wiba LTD, Switzerland

Sl. 2. Umjetno jezero Grimsel u brdima Švicarske — na visini od 1912 metara — u kojem je čovjek pomoću brane uspio zaustaviti milijardu (hiljadu milijuna) litara planinske vode. Tu vodu puštaju padati 1280 metara niz podzemne kanale, i njenom se snagom hrane dvije električne centrale, koje daju preko 300 milijuna kilovat-sati godišnje. Ljeti po potrebi daju čak i 375 milijuna kilovat-sati, što odgovara radu, koji bi izvršilo sto tisuća običnih konja ili milijun vrlo jakih i izdržljivih ljudi ne prekidajući rad kroz jednu čitavu godinu.

---

[1] Generator (latinski znači proizvoditelj) je mašina za proizvodnju električne struje.

čnu struju. A znate li, što je električna struja? I to će vam ova knjižica rastumačiti.

U električnom hladioniku stvara se cića zima usred žarkog ljeta, i u njemu nam hrana ostaje svježa. Elektricitet stvara i vrućinu. On nas grije. Njim glačamo i kuhamo.

Elektricitet pokreće snažne dizalice, koje kao ruke gorostasa podižu terete od hiljade kila u jednoj sekundi. On pokreće i elekrične vlakove, koji se kreću brzinom i većom od sto kilometara na sat. Vi poznajete tramvaj. I njega pokreće elektricitet.

Mnogostrana je upotreba elektriciteta. Kad bismo htjeli nabrojiti sve električne sprave — počev od one, koja služi namjesto ručnika, te njom u gostionicama velegrada kroz jedan jedini dan hiljadu ljudi osuše svoje ruke, i onih električnih sprava koje služe za sušenje trave, drva, pa sve do aparata, kojima se može vidjeti povećan neki predmet i do pedeset tisuća puta, i sprava, kojima se mogu vidjeti kosti, pluća i srce u živom tijelu — morali bismo ispisati više ovakvih knjižica, nego što će ih izići iz štampe kroz čitavu godinu dana redovitog izlaženja.

Elektricitet je moć našeg vijeka. Elektricitet je srastao s našim životom. Teško je danas zamisliti naš život bez elektriciteta. Elektricitet je jednako važan za obrt, industriju kao i za gospodarstvo. On je prodro i u radionice i u tvornice.

Kolika je važnost elektriciteta vidimo po riječima velikog Lenjina:

»Socijalizam je sovjetska vlast plus elektrifikacija«.

RAZGOVOR O KOMADIĆU BAKRENE ŽICE

Mnogobrojna su istraživanja naučenjaka otkrila, da je i papir ove knjižice, drvo ovoga stola, čovjek, komadić bakrene žice, ukratko čitav svijet



Sl. 3. 2 milijuna (dvije hiljade hiljada) atoma u nizu daju tek dužinu makova zrna.

oko nas izgrađen iz vrlo sitnih opeka (cigla) (vidi sliku br. 3) među kojima ima vrlo mnogo praznina. Te cigle zovemo atomima. Bakrena žica na primjer nije tako glatka, jednolična i čvrsto zarasla kako na prvi pogled izgleda. Atomi, koji je izgrađuju samo se električnom silom međusobno drže u ravnoteži. Uistinu ima daleko više rupa nego čvrstih mjesta. Nauka nam je otvorila

oči. Ona je otkrila, da se varamo, kad nam se čini, da su bakrena žica i predmeti oko nas grubi. Predmeti nisu takvi kakvi se čine našim očima, koje su i suviše neosjetljive, a da bi mogle razabrati i iz bliza vidjeti finu građu tvari.

Svatko je od nas već vidio bijeli oblak, koji nad nama plovi u visini od kojih hiljadu metara. Kad ga gledamo u tim visinama, čini nam se jednoličan i posve čvrst. Ali avijatičari, koji se na svojim odličnim strojevima uzdižu i nad oblake, pričaju nam, da se oblaci sastoje iz velikog mnoštva sitnih kapi. Mi te kapljice sa zemlje ne vidimo, jer se nalazimo izvan oblaka, u prevelikoj udaljenosti. Te kapi tek vidiš, kad uđeš u takav oblak.

Slično je i sa bakrenom žicom. Kad bismo se odjednom mogli vrlo, vrlo smanjiti, tako da bismo bili mnogo manji od atoma, tad bismo sasma izbliza vidjeli, kako je izrađen bakar. Vidjeli bismo, da je materija nježna maglica, u kojoj se giba mnoštvo sićušnih čestica. Mi bismo se izgubili između milijun trilijuna atoma. Za nas bi jedan centimetar bakrene žice bio čitav svemir, a atomi bezbroj zvijezda. Od jednog atoma do drugoga morali bismo prevaliti velike udaljenosti, jer su atomi na rijetko rasipani.

Štoviše, vidjeli bismo, da je svaki atom svijet za sebe. U sredini je teška jezgra atoma, a oko jezgre razmješteni su lagani elektroni.

Elektroni? . . Doista, a što su elektroni?

* * *

Pokušaj se češljati u mraku pred ogledalom. Opazit ćeš slabe iskrice. Zapališ li svijetlo, vidjet ćeš, kako tvoj češalj privlači komadiće cigaretnog papira, pahuljice perja i malene lake kuglice bazgove srčike (vidi sliku br. 4). Crni češalj napravljen je od ebonita.[1] Ebonit pri trenju s konom poprima doista čudnu moć. Iz iskustva znademo, da predmet valja uhvatiti, pa onda povući, ako želiš, da se krene. Ali u ovom slučaju papirići se krenu sami od sebe. Oni dolete do češlja



Sl. 4.

kao poslušno dijete, koje pozoveš k sebi. Silu, koja te lake predmete privlači k češlju zovemo električnom silom. Električna sila djeluje na daljinu. Izgleda nam, kao da na češlju sjedi netko, tko je prouzročio to čudno stanje oko češlja. Tog uzročnika nazivamo električni naboj.

---

[1] Ebonit je tvrda smjesa kaučuka i sumpora.

Topnik trpa u top barut i zrna. Kad s tim svrši, onda s ponosom kaže, da je top nabijen. I mi kažemo, da smo češalj nabili elektricitetom, jer i mi trenjem u češalj trpamo sitna »zrna« elektriciteta. Ta su »zrna« nevidljiva, jer su vrlo sitna. Učenjaci te najsitnije čestice elektriciteta nazivaju elektronima. Mi za natrljani češalj kažemo da je nabijen elektricitetom ili da ima električni naboj.

Kao i češalj nabija se i smola. Učenjaci su elektricitet smole nazvali negativnim elektricitetom. Češalj dakle kao i smola postaje trenjem negativno električan.

Elektroni su pak najmanji dijelići negativnog elektriciteta. Oni su 1800 puta lakši od najlakših atoma na svijetu. Najlakši atomi izgrađuju najlakšu tvar — nju zovemo vodik. Vodik je plin. On je laglji od zraka, pa njim punimo balone. Taj lagani vodik se sastoji od bezbroja atoma. Zamislite, koliko je tek lagan jedan njegov atom. A elektron je 1800 puta lakši od jednog atoma vodika. Elektron doista ne teži gotovo ništa.

Devedeset i dvije vrste atoma izgrađuju naš svijet. Svaka vrst atoma ima u sebi određen broj elektrona. Atom sumpora na primjer ima 16 elektrona, atom željeza 26, cinka 30, srebra 47, zlata 79 elektrona. A bakar?

* * *

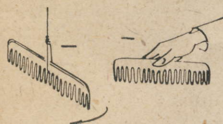
Pa mi se nalazimo u bakrenoj žici! Izbrojimo elektrone. Ima ih 29. Oni kao oblak negativnog elektriciteta ovijaju jezgru, koja je 10 hiljada puta manja od bakrenog atoma.

No i jezgra je nabijena elektricitetom. Ali taj naboj nije isti kao negativni elektricitet elektrona. On je tome protivan.

Protivan? . . . Što to znači?

* * *

Objesiš li na konac elektricitetom nabijeni češalj i približiš mu drugi, koji je isto tako nabijen češljanjem, vidjet ćeš, kako se jedan od drugoga odbijaju (vidi sliku br. 5). Elektroni prvog češlja



Sl. 5.



Sl. 6.

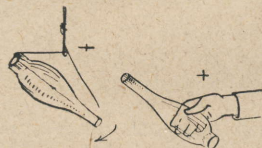
odbijaju one na drugom češlju, kad se ovi odmaknu, onda povuku sa sobom i češalj, uz koji su vezani.

Međutim i stakleni se cilindar petrolejske lampe dade trenjem s kožom elektrizirati. I on tad privlači lake papiriće. No približimo li elektricitetom nabijeno staklo onom elektriziranom češlju, koji visi na koncu, opazit ćemo, da se staklo i češalj

privlače (vidi sliku br. 6). Tu se je dogodilo protivno. Elektricitet ebonitnog češlja je odbio onaj češalj, koji visi, a elektricitet stakla ga je privukao. Elektricitet stakla je protivan elektricitetu ebonita. Naučenjaci su se dogovorili, da elektricitet stakla nazovu pozitivnim elektricitetom.

Pozitivni i negativni su dakle protivni elektriciteti. Za njih su i izmišljeni posebni znaci: pozitivni elektricitet označuju malenim križićem + (čitaj: plus), a negativni elektricitet označuju malom vodoravnom crticom — (čitaj minus).

Jer se pozitivno staklo i negativni ebonit češalj privlače, možemo reći, da se protivni elektriciteti privlače. Pokušate li objesiti na konac, kožom natrljani stakleni cilindar petrolejske lampe pa mu približite drugi isto tako elektrizirani stakleni cilindar, vidjet ćete, da se međusobno odbijaju (vidi sliku br. 7) isto tako, kao što su se i češljevi



Sl. 7.

međusobno odbijali (vidi sliku br. 5). Istoimeni se dakle elektriciteti odbijaju: negativni elektricitet odbija negativni, a pozitivni elektricitet odbija pozitivni.

* * *

Vratimo se u bakrenu žicu. Elektroni su negativno električni, a jezgre atoma su pozitivno električne. Znamo, da se protivni elektriciteti privlače. Elektroni bi dakle morali pojuriti k jezgri i pasti na nju. Međutim to se ne događa. A zašto?

Ako si kad vrtio kamen privezan na užetu, mogao si osjetiti, kako ti ruku vuče. On bi htio odletjeti u ravnoj crti, ali tvoja ga ruka uvijek ponovno priteže k sredini, i on se mora vrtjeti u krugu. Snaga tvoje ruke drži ravnotežu snazi, kojom kamen teži da odleti.

Slično je i u atomu. Elektroni se vrlo brzo vrte oko jezgre, kako ne bi pali u jezgru. Njihovoj težnji, da odlete u ravnoj crti, drži ravnotežu privlačna sila jezgre, koja ih vuče k sebi prema sredini atoma. Samo tu nije potrebno uže, kao nama, gdje je uže prenosilo silu naše ruke do kamena. Sila, koja djeluje između pozitivne jezgre i negativnih elektrona je električna sila, a električna sila djeluje na daljinu, slično kao što je i pozitivno električni stakleni štap privukao udaljeni negativno električni češalj, iako nisu bili povezani.

S pravom ćete pitati, kako to, da naš komad bakrene žice ne privlači lake papiriće, iako u njegovim atomima sve vrvi od električnih naboja. I na to je nauka odgovorila.

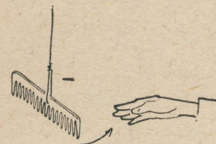
Naučenjaci su izmjerili pozitivni naboj jezgre atoma bakra i našli su, da ona ima dvadeset i devet pozitivnih naboja. Atom bakra ima isto

toliko pozitivnih naboja kao i (negativnih) elektrona. I tih dvadeset i devet pozitivnih naboja uhvatili su se u koštac sa dvadeset i devet elektrona, koji kruže oko jezgre. Kako su jednako jaki, ne nalaze — ni jedni, ni drugi — nimalo električne snage, koju bi mogli pokazati izvan atoma. Isto je i u ostalim atomima. I zato nema električne sile, koja bi van atoma djelovala na papiriće. Naš komadić žice ne privlači papiriće.

Nije to samo kod atoma bakra. Tako je i kod drugih atoma. Svaki atom ima toliko elektrona, koliko pozitivnih naboja ima njegova jezgra. Ti se protivni naboji poništavaju i zato nije ni jedno tijelo električno. Tek kad taremo jednu stvar drugom, tad jednoj otkidamo elektrone, i oni prelaze na drugu stvar. Kad češalj pri češljanju taremo kosom, tad s kose prelaze elektroni na češalj. Sad na češlju ima i suviše elektrona, te prevlada negativni elektricitet, i češalj postane negativno električan, dok na kosi ostaje manjak elektrona i tu sad prevladavaju pozitivni naboji jezgara, pa kosa postane pozitivno električna. I doista pogledaš li kosu kod češljanja vidjet ćeš, kako se nakostrušila. Jedna vlas odbija se od druge. To ti je najbolji dokaz, da je također i kosa, a ne samo češalj, postala električna. Pojedine vlasi se međusobno odbijaju, jer su sve postale pozitivne, a istoimeni se elektricitet, kako znamo, odbija.

Dakle kod trenja prelaze elektroni s jednog predmeta na drugi. Onaj predmet, na koji prijeđu elektroni, postaje negativno električan, jer ima suviše elektrona, pa u njemu prevlada negativni elektricitet elektrona. A onaj predmet, koji je izgubio elektrone, jer ih je dao drugom predmetu, ima manje elektrona i postaje pozitivno električan, jer u njemu prevlada pozitivan elektricitet atomskih jezgara.

Vidjeli smo, da češalj privlači papiriće i druge lagane predmete. Svi ti lagani predmeti — i papirići i perje i t. d. — nisu električni. Znači, da



Sl. 8.

električni predmeti privlače i neelektrične predmete. Držimo li ruku čvrsto i nepomično u blizini obješenoga električnog češlja, električni češalj ne može privući neelektričnu ruku, te se onda on sam krene k ruci. (vidi sliku br. 8). Tu vrijedi ona narodna poslovica: Ako brdo ne će k Muhamedu, mora Muhamed k brdu.

Glađenjem postane i mačje krzno električno. Približimo li ruku krznu, krzno se tad podigne k ruci, jer se električno i neelektrično privlači. Električno krzno ima i vidra i srna, pa kad ruku vučemo protiv dlaka, one će iskriti i sjati.

Vuna pak lame vikunje[1] se tako nabije elektricitetom, da čovjek osjeti jake udarce, kad sa kreveta povuče pokrivač načinjen od te vune.

Vidimo dakle, da kod električnih pojava glavna uloga pripada elektronu. Elektron nam objašnjava električno ponašanje predmeta. Predmet je negativno električan, ako ima previše elektrona, a pozitivno električan, ako ima premalo elektrona.

ZAŠTO DVIJE ŽICE?

U našu kuću vode dvije žice. Po njima nam električna centrala šalje električnu struju.

Pa zar za dovođenje električne struje ne bi dostajala samo jedna žica? Mi bismo tako uštedjeli mnogo bakra. Zar na to naši električari ne misle?

Da to razumijemo, saslušajte, što se dogodilo neki dan u našem selu. Objesni Pero nije puštao u sobu Iliju. Pero upro vrata s jedne strane, a Ilija je gurao s druge strane. Vrata stoje taman toliko otvorena, da možeš proturiti glavu.

Upire Ilija, bogme, upire i Pero. Ali vrata ni makac. Pritisak kojim gura Ilija, jednak je pritisku kojim tlači Pero. Tlak je s obje strane vrata jednak. No protivnici su iscrpili svoju snagu, pa je Pero pred izdržljivim Ilijom popustio. Vrata su se otvorila prema Peri. Ilija je jači, a Pero

[1] Lama vikunja — južnoamerička životinja srodna devi, živi poput divokoze u planinama.

slabiji. Vrata su krenula od jačeg tlaka k slabijem tlaku.

Slično je, kad dvojica pušu u istu cijev. Ako jednako pušu, zrak u cijevi ne će ni amo ni tamo. Pušu li ona dvojica na protivnim krajevima cijevi različito — jedan jače, a drugi slabije — tad započne zrak strujati u cijevi Zrak će poteći prema onom, koji slabije puše. Na jednom je tad kraju cijevi jači tlak, a na drugom slabiji, pa zrak, da izbjegne sili, krene od jačeg tlaka prema slabijem tlaku, kao što su i vrata krenula od jačeg Ilije prema slabijem Peri. Napetost između ta dva različita tlaka na protivnim krajevima cijevi pokrenula je zrak u cijevi.

A kad će osobito jako poteći zrak u cijevi?

To svatko zna. Zrak će osobito jako strujati u cijevi, ako na jednom kraju cijevi sišemo, a na drugom pušemo. Na jednom kraju smanjujemo tlak sisanjem, a na drugom kraju cijevi povećavamo tlak puhanjem. Time će razlika biti veća između tlaka na jednom i tlaka na protivnom kraju cijevi. I strujanje će u cijevi biti jače.

Slično je i s elektricitetom. I elektrone se može jače pokrenuti. Treba samo imati za njih zgodnu cijev i stvoriti razliku tlaka na protivnim krajevima te cijevi.

Cijev za elektrone je bakrena žica. A kako to? Pa zar je bakrena žica šuplja kao cijev? Zar je bakar šupalj?

O — pa to već znamo! Među atomima bakra ima sva sila šupljina, koje prostim okom ne vidimo, jer su sitne. Ali elektroni su još sitniji, i oni se u tim prazninama među atomima lako kreću.

Da elektroni krenu žicom, treba da na jednom kraju žice vlada jači tlak nego na drugom kraju. Na jednom kraju žice treba elektrone puhati u žicu, a na drugom kraju isisavati.

A tko elektrone puše u žicu, i tko ih siše?

Električna centrala to radi. Kod nje počinje žica s jednim krajem, a svršava s drugim. Ona je pumpa, koja na jednom kraju sisanjem izvlači elektrone iz žice, a na drugom kraju ih onda puhanjem opet trpa u žicu. Na onom kraju, gdje centrala puše elektrone u cijev, velika je gužva među elektronima, tu vlada veliki tlak elektrona, a na drugom kraju žice, gdje centrala siše, nema gužve, i tu je tlak malen. Električna centrala svojim puhanjem na jednom kraju žice, a sisanjem na drugom kraju stvara razliku u gužvi elektrona. Tu razliku u gužvi, u tlaku, nazivamo napetost. Da izbjegnu velikoj gužvi, velikom tlaku na jednom kraju žice, elektroni bježe po žici na drugi kraj, gdje će biti udobnije, jer je na tom kraju uslijed sisanja manja gužva — manji tlak. Napetost, ta razlika u tlaku, tjera dakle elektrone na dalek put.

Ali čim koje društvo elektrona, umorno od dugog putovanja kroz žicu, želi da sjedne na kraju

žice gdje nema takve gužve kao na početku žice, već ih centrala povuče iz žice, i u istom se času ope nađu utisnuti u velikoj gužvi na početku žice. I sad za njih opet počnu iz početka sve tegobe teškog putovanja kroz žicu na drugi kraj žice. I tako elektroni neprestano putuju žicom. Eto, to je električna struja.

Električna centrala dakle ne proizvodi elektrone. Ona ih samo premeće s kraja žice na početak. Ona ih iz jednog kraja žice isisava, a na drugom kraju ih puše u žicu i time podržava njihovo strujanje u žici.

Po toj žici tad elektroni dolaze k nama u kuću. Tu kod nas oni daju svoju električnu snagu, onda nastavljaju put i opet se vraćaju u centralu. Eto zato žica na jednom mjestu u našu kuću ulazi, a na drugom, tik do onoga prvog mjesta, izlazi. Mi to možemo i tako reći: Jednom žicom elektroni putuju iz centrale do nas, a drugom se vraćaju u centralu.

Jasno je dakle, zašto imamo dvije žice.

OD ELEKTRIČNE VRŠALICE, PREKO KVOČKE, DO »ELEKTRIČNE KIŠE«

Pitat ćete: »A što mi elektricitet još može dati? Uveo sam elektricitet u svoju kuću. On mi svijetli. I kuham na njemu. Doduše ne prečesto, već samo kad mi nešto hitno ustreba, pa nemam vremena cijepati drva i mukotrpno puhati, da ras-

plamsam plamen. Ali u čem mi na mom gospodarstvu elektricitet još može biti od koristi?«

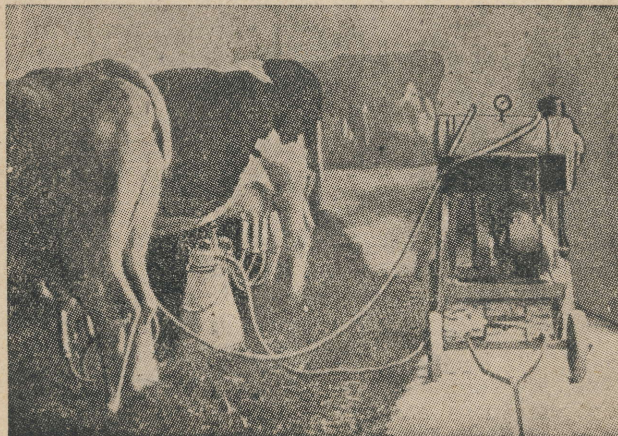
Hajde da i na to odgovorimo.

Prije je za vršidbu trebalo dovući dvije mašine. Jedna je vršila, a druga je svojim motorom tjerala vršalicu. Pri radu je tad znalo smetati prenosno remenje. Ali bolje je s električnim vršalicama, koje su u posljednje vrijeme vrlo usavršene. U jednim kolima je i vršalica i motor, prenosni remen ne treba. Električna vršalica ne treba ni goriva ni vode. I još je nešto važno! Nema s njom opasnosti od vatre. E, ali nije to sve! Ona radi i druge poslove. Nije samo sprava tu, koju zovu ventilator, i koja stalno puše u žito, i ono se čisti, već ima tu i tiskala za slamu, kojima se tiskaju, vežu i bacaju snopovi slame, koja za vrijeme vršenja pada iz stroja. Zatim posebni uređaji s noževima, režu slamu na određenu dužinu. Izrezana tad slama pada u neku sisaljku, odakle sisanjem kroz cijevi odlazi u svoje spremište.

Često nema dovoljno ljudi, da načine sav posao u pravo vrijeme. I zbog toga se pokušava uvesti elektricitet u gospodarstvo. Električni stroj radi za desetke ljudi — i nikad se ne umori.

Strojevi za čišćenje žita, tjerani elektromotorom, vrše najrazličitije poslove. Oni čiste žito od kukolja i luče vrste žita. Takav stroj izabira najbolje za sjeme i rastavlja zrna po veličini i težini. Danas električni strojevi čiste, gule i režu repu. Ima ih, koji režu kupus.

Želimo li, da nam djeca ostanu zdrava, moramo sve držati u čistoći. Naročito mlijeko. Ruke, koje su pune klica, moramo daleko držati od mlijeka. A je li to moguće? Tko će pomusti kravu? A tko tepsti maslac, ako ne ruke?



Sl. 9. Električni aparat za muzenje, muze dvije krave odjednom.

Elektricitet! Jest elektricitet muze kravu (vidi sliku br. 9). Danas električni aparati vjerno oponašaju rad ruku, koje muzu. Ali nemoj misliti, da te sprave možda škode kravi ili mlijeku. Mlijeko ostaje iste vrste, istoga ukusa i u istoj količini kao i prije upotrebe tih električnih sprava za muzenje.

Ali je opasnost prenošenja bolesti manja. Električno muzenje je čisto i brzo! Jedna djevojka može pomusti u sat i po četrdeset krava, ako se služi sa četiri takve sprave. Postoji i električni uređaj za pravljenje maslaca.

A jeste li već čuli za »električnu kvočku«? Elektricitetom se griju jaja, i iz njih se doskora izlegu mladi pilići kao pod pravom kvočkom. Računa se, da u umjetnom leženju iz 100 jaja prokljuva prosječno 80 pilića! Bogme, dobra je kvočka, koja odjednom sjedi na stotinu jaja. A ne moraš je ni hraniti, i nije jogunasta, pa je ne treba ni pokrivati sitom...

Evo — kolika je uloga elektriciteta u gospodarstvu. A da i ne spominjem elektricitetom sušenu travu, koju stoka rado jede, pa sisaljke na električni pogon, koje crpu vodu za piće i vodu za pranje staja. Zatim poljske električne željeznice, kojima sa velikih polja odvozimo plodine u spremišta ili na željezničku stanicu. A »električna kiša«? ... Jeste li za nju čuli? Kad suša hoće sve da sažge, tad umjetno natapamo veća zemljišta električnim sisaljkama. To natapanje električnim sisaljkama nazvali su zvučnim imenom »električna kiša«.

Lako je uvidjeti veliku korist elektriciteta u gospodarstvu. Jedan električni stroj nadomješta stotinu brzih i marljivih ruku!

KAKO JE ELEKTRON KRENUO U SVIJET

Oko jezgre u atomu bakra igraju elektroni u kolu. Tu je veselo. U svakom atomu bakra događa se isto. Elektroni oblijeću jezgru. Ali što je to? Jedan je elektron iskočio iz kola i ostavio atom. Elektron je krenuo u svijet. Vidi tu skitnicu! Ali nije to slučaj samo u ovom atomu bakra. Eto, i tamo u drugom, u trećem ... u svim se atomima bakra iznevjerio po jedan elektron svojem atomu i odao se skitnji. Tih slobodnih elektrona ima sva sila. Ali kako im je uspjelo otrgnuti se iz atoma?

Jezgra atoma je pozitivna. Ona svojom električnom silom drži elektrone na okupu i tako izgrađuje atom. Elektroni, koji su bliže jezgri, teško se otrgnu iz atoma. Ali ima tu još elektrona. To su oni, koji se nalaze na samoj površini atoma. Ti su daleko od jezgre. Oni se već lakše odcijepe, jer su labavo vezani uz jezgru atoma.

I atom bakra ima pored ostalih elektrona i jedan takav elektron na svojoj površini. Taj elektron lako odlazi, jer je jezgra i suviše daleko, da bi ga mogla zadržati.

Atom, koji je ostao bez elektrona, postane pozitivan. I čim se približi koji elektron skitnica, odmah ga privuče k sebi i tako nadoknadi gubitak onog elektrona, koji ga je ostavio. Ali ne ostane tako zadugo. Skitnja je elektrona urođena. I tako i tomu novonadošlom uspije pobjeći s površine atoma. Čitava tad igra započinje iz po-

četka i neprestano se ponavlja. Jedan elektron odlazi, a drugi dolazi.

To mnoštvo slobodnih elektrona sliči roju malenih mušica, koje živo lete na sve strane. Pušeš li u ovakav roj, cijeli će se pomaknuti. Upravo tako u roj elektrona puše električna centrala, i roj elektrona tad putuje po žici. Električna centrala stvara razliku tlaka na krajevima žice i uslijed nastale napetosti rojevi se elektrona krenu na put po žici. Pritom se događa, da elektron naleti i na površinu nekog atoma. No ništa za to. On tad izbije pri sudaru s atomom drugi elektron, koji nastavlja njegov put s rojem. I tako neprestano se izmjenjujući — od atoma do atoma — elektroni polako putuju po žici. Oni se naprijed kreću polaganije od puža. Elektron prevali tek po koji milimetar na sekundu.

»Pa to se nikako ne slaže s iskustvom!« reći će netko od nas. Odvrneš li »šalter« (prekidač), u isti će se čas žarulja upaliti. Šalter je ovdje kod vrata, a žarulja tamo nekoliko metara dalje na stropu. Kad bi elektroni išli polako kao puž, trebali bismo čekati i pola sata, dok stignu do žarulje, i ona bi se tek onda upalila. Međutim žarulja se upali u isti čas, kad zakrenemo šalter, pa hajde da to razjasnimo.

Svatko je od nas već stajao na željezničkoj stanici, kad vlak upravo ulazi u stanicu. Vlak stane, a pred tobom stao taman jedan od zadnjih vagona. I upravo zakoračiš prema njemu, kad lokomotiva pusti dim, zafućka, naglo trzne i krene malo natrag pa gurne prvi vagon. Onaj prvi vagon krene i gurne drugi, ovaj opet treći . . . i tako se to guranje brzo prenese do zadnjeg vagona. O, gdje je još onaj prvi vagon, ali ovaj pred tobom je već krenuo. Vagoni polako krenu, ali onaj tlak guranja brzo prenesu.

Slično je i kod električne struje. Kako već znamo, u svakoj bakrenoj žici ima slobodnih elekrona, iako struju još nismo pustili u nju. Njih treba samo potjerati, da se krenu sa istog mjesta, na kojem se neprestano vrzu. Okreneš li »šalter« i pustiš li struju, tad onaj roj elektrona kod šaltera krene i pokrene onaj, koji stoji do njega, ovaj pak gurne slijedeći i t. d. — Isto kao što se guranje prenijelo od vagona do vagona, tako se i tu tlak prenio kroz cijelu žicu sve do onog roja u žarulji. Gotovo u isti čas, kad je krenuo prvi roj kod šaltera, krenuo je i onaj u žarulji. Tlak se brže prenosi, nego što se elektroni kreću. Nije, dakle, potrebno, da oni elektroni kod šaltera doputuju do žarulje, pa da ona zasvijetli, jer se u žici žarulje već nalaze elektronski rojevi. Žarulja zasvijetli gotovo u isti čas, kad zakreneš šalter, jer se tlak, koji pokreće elektronske rojeve, strelovito proširi žicom. Taj tlak gurkanja elektrona prijeđe trista tisuća kilometara u sekundi. To je najveća brzina, koju čovjek poznaje, i teško je možemo sebi predstaviti. Tom bi brzinom čovjek mogao više od sto puta obletjeti čitavu Jugosla-

viju u jednoj sekundi. Eto — zato žarulja zasvijetli gotovo u isti čas, kad zakreneš šalter.

Bakar zbog svojih slobodnih elektrona dobro vodi elektricitet. Mi zato bakar nazivamo dobrim vodičem elektriciteta. I neke druge kovine su dobri vodiči. Srebro vodi najbolje elektricitet, zatim bakar, cink, željezo, platina, olovo. Elektricitet vodi i naše tijelo, zemlja, ugljen, grafit, razrijeđene kiseline. Dobar vodič je također i voda, u kojoj su otopljene soli ili njoj slične tvari. A da tih tvari uvijek imade u običnoj vodi, znadeš i sam, jer kad ispariš vodu, uvijek će ti nešto zaostati i iznutra obložiti lonac.

Neke stvari ne vode dobro elektricitet. Te zovemo slabim vodičima. Slabi su vodići suho drvo, suh papir i slama.

Ali ima tvari, koje ne propuštaju struju, i njih zovemo lošim vodićima ili izolatorima.[1] Tu nema onih slobodnih elektrona skitnica, koji lutaju od atoma do atoma. Jezgre atoma, koje izgrađuju te tvari, čvrsto drže svoje elektrone i ne puštaju ih tako lako, pa se elektroni ne mogu slobodno skitati. Elektroni na lošim vodičima ne mogu strujiti. Loši su vodići suho staklo, smola, svila, porcelan, guma, bakelit[2], ebonit, krzno, perje i zrak. Ako su pak vlažni ili čak mokri, tad će voda, koja je,

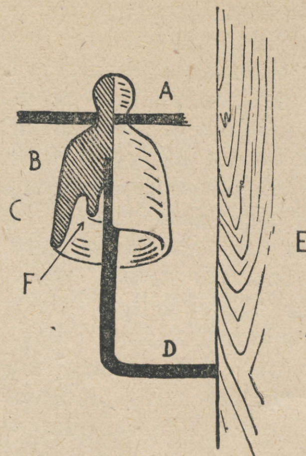
[1] Izolirati znači odijeliti. Izolatorom odjeljujemo dva dobra vodiča, pa elektricitet ne može prelaziti s jednog vodiča na drugi.

[2] Bakelit (po izumitelju Baekelandu) je tvrda i netopljiva umjetna smola.

— kako znamo — dobar vodič, propustiti elektricitet, i zbog toga takve tvari postaju vodljive. Kad smo trenjem elektrizirali češalj, elektroni bi pobjegli kroz našu ruku, koja je dobar vodič, da sam češalj dopušta kretanje elektronima. Ali češalj je iz ebonita, a ebonit je loš vodič i ne dozvoljava elektronima, da se po njem šeću. Elektroni ne mogu sa češlja ni zrakom pobjeći, jer je i zrak loš vodič. Elektroni su na češlju odijeljeni od svijeta kao na kakvu otoku i tu su vezani. Na lošem vodiču dostiže ih zaslužena kazna za njihov skitnički život na kovinama.

Veliko je značenje dobrih vodića i izolatora. Uvijek tamo, gdje želimo elektrone dovoditi ili odvoditi, upotrebljavamo dobar vodič, a tamo, gdje želimo spriječiti gibanje elektrona, postavljamo izolator. Eto zato i upotrebljavamo bakar i druge kovine za žice, kojima vodimo struju. Premda srebro najbolje vodi elektricitet, dajemo prednost bakru, jer je jeftiniji. Ali žice ne mogu same od sebe stajati u zraku. Njih nose drveni stupovi. Žica je pričvršćena na porcelanskim šalicama, koje sprečavaju odlaženje elektriciteta, jer je elektricitet, koji proizvodi električna centrala, opasan po život. Porcelanske su čašice takva oblika, da one, iako ih kiša smoči, ne vode struju, pošto je mjesto, na kojem su nasađene na kuku (kojom su pričvršćene za drvene stupove) uvijek suho (vidi sliku br. 10).

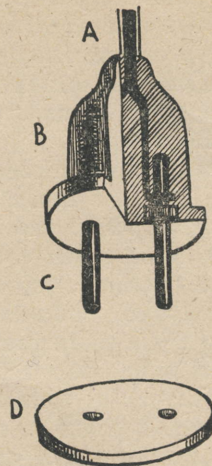
Kad smrtonosna žica uđe u naše kuće, tad je ovijamo gumom i svilom, te postaje bezopasna. Takvu žicu nazivamo izoliranom žicom. Prekidače



Sl. 10. Prerez kroz porcelansku čašicu za nadzemni vodič:
A dio žice glavnog voda
B porcelanska čašica
C nabori, koji zadrže slučajno nadošle kapljice kiše, tako da je mjesto F uvijek suho
D metalna kuka
E drveni stup

(»šaltere«) i utikače (»štekere«) (vidi sliku br. 11) pravimo od bakelita pa njima rukujemo bez opasnosti. Guma se kao izolator svestrano upotrebljava. Nisu samo žice ovijene gumom. Električar oblači

gumene rukavice, kad se približi po život opasnim vodovima, a držak svojih kliješta također ovija gumom. Izolacije u električnim motorima također



Sl. 11. Prerez kroz utikač (»šteker«):
A žica, koja je izolirana gumom
B bakelit
C metalni izdanci (krajevi odvodnih žica)
D krajevi dovodnog voda, koji je u zidu pa se ne vidi

se izvode gumom. U novije vrijeme u tu svrhu upotrebljavaju tkaninu, koja je tkana iz modernog, finog, staklenog vlakna. Pet takvih niti daju tek »debljinu« čovječje kose. Iz pola kilograma

te vrsti stakla može se izvući oko 200 kilometara finih niti. Električni motor od 10 konjskih snaga s gumenom izolacijom težio je nešto manje od 170 kila. Sad taj isti motor, izoliran staklenom tkaninom, teži samo nešto više od 90 kila i zauzima polovicu prijašnjeg prostora. Izvedemo li na brodovima izolaciju električnih sprava suvremenom staklenom tkaninom, to se težina ratnog broda može smanjiti za 500 hiljada kila.

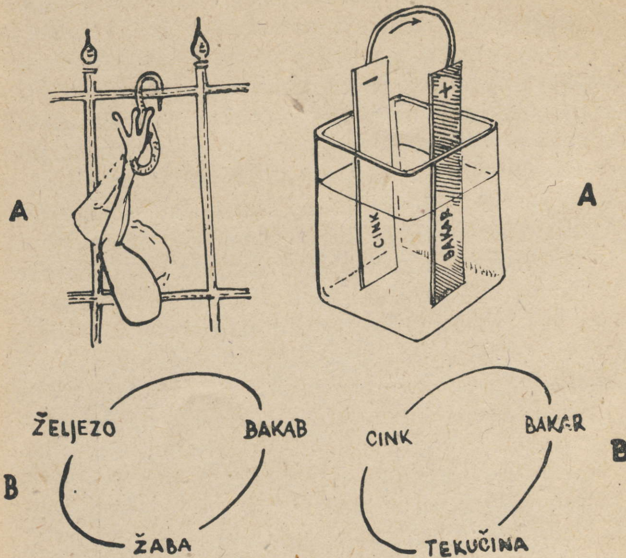
Loše vodiče elektriciteta možemo trenjem učiniti električnima, jer na njima elektricitet ostaje. Zato smo i upotrebljavali češalj od ebonita i staklo. Kovine, koje su dobri vodiči, ne možemo trenjem nabiti elektronima, jer se elektroni slobodno giblju na kovini, dođu do naše ruke, pa preko nje i našeg tijela pobjegnu u zemlju.

Kosa mora biti suha, ako želimo, da pokusi s češljanjem uspiju, jer bi voda kao dobar vodič odvodila elektricitet. I pokus sa mačkom uspjeva samo onda, ako je zrak u sobi suh. Ne zaboravi: Vlaga i voda vodi elektricitet. Ne diraj prekidače i utikače mokrom ili vlažnom rukom, jer ćeš smočiti izolator, pa će postati provodljiv za elektricitet, koji te tad može usmrtiti.

OD ŽABE DO BATERIJE

Neki ljudi vole za ručak pohane žabe. Izgleda, da se ta poslastica cijenila i u kući talijanskog profesora anatomije L. Galvanija. Dok je njegova žena spremala ručak — tako se barem priča —

visio je na balkonu njegove kuće jedan žablji krak (stražnje noge) nataknut živcima na bakrenu kuku, koja je bila zakvačena na željeznoj ogradi



Sl. 12. Sl. 13.

balkona. Katkad je puhnuo slabi vjetrić i zanjihao žablji krak. Ako se pritom kraj žabljeg kraka slučajno taknuo željeza ograde, gle čuda, žablji se krak trgnuo kao da je oživio (vidi sliku br. 12A).

Od tog časa Galvani ispituje žablje krakove On je opazio, da trzanje krakova nastaje uvijek onda, kad s kovinom spojiš živac i mišić žabljeg kraka. Trzanje je osobito jako, ako kod toga upotrijebiš dvije različite kovine. Na balkonu su to bili bakar kuke, na kojoj je visio krak, i željezo ograde, na kojoj je visjela kuka sa žabljim krakom. Galvani nije na to polagao važnost. Za njega je bila samo žaba važna, a kovine su bile sporedne. On je držao, da tajna pojave leži u žabi, i tvrdio, da su živci i mišići žabljih krakova različito nabijeni elektricitetom, koji se razvio za života te životinje. On je držao, da se elektricitet protivno nabijenih živaca i mišića izjednačuje čim se između njih stavi metalni vodič, i da se pri tom žablji krak trza. Kad su mišići kraka slučajno takli željezo balkonske ograde, tad su oni preko bakrene kuke, koja je visjela na željeznoj ogradi bili u vodljivoj vezi sa živcima. On je govorio o životinjskom elektricitetu — o tajnoj životnoj sili. Njegovi se pokusi pročuše nadaleko. Elektricitet je postao omiljen i opće poznat. U tadanjem društvu smatrao se neki mladić duhovit, ako je pri bogatoj večeri raspoložio goste kakvim električnim pokusom. Ljudi su u Galvanijevu životinjskom elektricitetu htjeli upoznati tajnu života i njim oživjeti mrtvace . . . A žabe su stradavale davajući cijelom svijetu svoje krakove za najčudnovatije pokuse.

Jedino je talijanski fizičar sveučilišni profesor Alessandro Volta trijezno pratio Galvanijeve pokuse, te je čitavim nizom svojih pokusa dokazao, da Galvani ima krivo, kad uzrok toj pojavi traži u žabljem tijelu. Dokazao je, da Galvanijev životinjski elektricitet ne postoji.

Volta je pokazao, da kod tog pokusa treba uzeti dva različita metala. Kod Galvanija su to bili bakar i željezo, ali to mogu biti i cink i bakar, ili bilo kakva druga dva metala. Glavno je, da su različiti.

Nadalje je ustanovio, da sva tri tijela, žablji krakovi i oba metala, moraju biti spojeni u krugu. (vidi sliku br. 12 B) Bakar mora s jedne strane biti u dodiru sa željezom, a s druge strane sa žabljim krakom; željezo pak mora također s jedne strane biti u dodiru sa bakrom, a s druge strane sa žabljim krakom.

A kakvu ulogu u toj pojavi igra žaba? Po trzanju krakova vidimo, da se u tom krugu, što ga čine žablji krakovi sa oba metala, događa nešto neobično. Ali tu postoje dvije mogućnosti: Ili je kod toga žablji krak neophodno potreban i bez njega ne ide, a to je mislio Galvani, ili je žablji krak u tom krugu nešto sporedno, što samo odaje da se tu nešto u krugu događa — to je bilo mišljenje Volte. I upravo ta, u prvi čas, malo vjerojatna misao Volte pokazala se točnom. Nije važno, da baš dio žabljeg tijela bude u doticaju sa metalima. Važno je upravo samo to, da jedna teku-

ćina, — kao što je slana voda, koja je u žabljem kraku, — bude u doticaju sa oba različita metala, i da se ta dva metala međusobno dotiču. Važno je dakle da imamo zatvoren krug, koji čine tekućina i dva različita metala. (vidi sliku br. 13 B)

I Volta je mjesto žabe uzeo jednu posudu sa razrijeđenom sumpornom kiselinom — i u nju utaknuo bakar i cink, koje je izvan tekućine spojio (vidi sliku br. 13A). Pritom se cink nabio negativno, a bakar pozitivno. Mi danas kažemo, da se na cinku uronjenom u tekućinu nalazi suvišak elektrona, a na uronjenom bakru manjak elektrona. Kako su pak cink i bakar povezani metalom (recimo žicom), to će elektroni strujati iz veće gužve na mjesta, gdje im je udobnije. Oni će strujati sa negativnog cinka prema pozitivnom bakru. Ali struja ne će stati, jer uronjeni cink neprestano sam od sebe obnavlja svoj suvišak elektrona, a bakar ih i suviše troši, i na njemu neprestano vlada potražnja za novim elektronima — i tako elektroni neprestano teku kroz žicu od cinka do bakra. Čovjek je našao prvi izvor električne struje.

Jedan top nema tako jako djelovanje kao više topova, koji svi odjednom gruvaju. Tih nekoliko topova, koji čine osnovnu jedinicu u artiljeriji, nazivaju baterijom. I Volta je htio da načini električne izvore sa snažnijim djelovanjem, nego što ga daje jedna posuda s tekućinom i metalima, pa je spojio više takvih posuda i nazvao to električnom baterijom. Posude, koje sastavljau bateriju, nazivamo člancima baterije.

Električnu struju, dobivenu od takva članka, nazvali su *galvanskom strujom,* a ovaj izvor za dobivanje te struje nazvali su *Voltin članak.* Time su ovjekovječili imena Galvanija i Volte.

I danas žablji kraci još samo služe kao pohana poslastica.

ŠTO NAS UČI OBIČAN ČAVAO

Marko je bio u rudniku bakra i pričao nam je o rovovima, koji su rasvijetljeni električnom strujom, pa o nekoj podzemnoj željeznici, koja vozi iskopanu rudaču, i o tračnicama (»šinjama«) te željeznice, koje su na nekim mjestima prevučene bakrom.

»Sa stijena kaplje modra galica otopljena u vodi«, tumačio nam je on. »A iz galice se može bakar izlučiti. Uostalom odmah ću vas uvjeriti.« I tad uzme čašu pa zagrabi nešto galice iz bačve, koja je stajala na dvorištu. Marko je baš danas polijevao svoj vinograd, pa je nešto otopljene modre galice ostalo u bačvi. Zatim uzme jedan obični čavao, pa ga umoči u galicu. Ništa se osobito nije dogodilo. Ali za nekoliko časaka Marko izvuče čavao iz čaše. I gle! Željezni je čavao bio presvučen bakrom.

»Eto«, nastavi Marko, »isto se događa i u rudniku. Tamo kaplje voda sa otopljenom galicom

i po željeznim tračnicama, na kojima se tada hvata bakar«.

No zašto ja to pričam? Ima li to kakve veze sa elektricitetom?

Ima. Odmah ćete vidjeti.

Da je Marko mjesto željeznog čavla uzeo komad cinka, i na njemu bi se izlučio bakar.

Što se tu zapravo događa?

Atom bakra ima dvadeset i devet elektrona. Dvadeset i osam je spremio u njedra, a jednim se okitio na svojoj površini. To je elektron skitnica, o kojem smo već prije govorili.

Sjećate se da smo za vrijeme rata, kad je ponestalo galice, sami pravili galicu iz bakra i vruće sumporne kiseline. Kad sumpornom kiselinom polijemo bakar, tad kiselina oduzme svakom atomu bakra dva elektrona: onaj jedan sa površine i jedan iz njedara. Bakar ostane osiromašen za dva elektrona i postane pozitivan. Bakar tad pođe na put po otopini, da potraži bilo gdje dva elektrona, koji mu manjkaju. Naučenjaci bi tad uskliknuli: »Eto bakar putnik! Nazovimo ga bakreni ion«, jer grčki ion znači onaj, koji ide, putnik. Jadan je bakar putovao u vodi od nemila do nedraga i sretao ostale bakrene putnike, koje je zadesila ista sudbina kao i njega. Da mu život bude još više ogorčen, objesile mu se oko vrata još i četiri čestice vode, jer ih je privukao svojim električnim nabojem. Uslijed toga izgubio je svoju boju i postao modar. Eto zbog toga je i galica modra. On

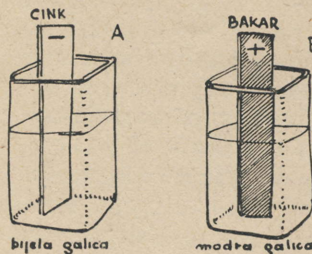
nije više onaj crveni bakar sa svojim dičnim svojstvima. On je sad bakar putnik skitnica i luta u potrazi za elektronima.

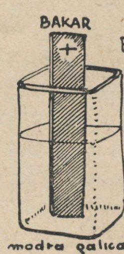
Ali u toj nevolji eto sreće. Kad atomi cinka dođu do vode, oni odmah zaplivaju u vodu. Pritom ostavlja svaki od njih na obali (na umočenu cinkovu štapu) svoja dva elektrona, kojima je svaki cinkov atom okićen. Zbog gubitka svojih elektrona cinkovi »plivači« postaju pozitivno električni. Ali negativni i pozitivni elektricitet se privlači, pa elektroni svojim negativnim elektricitetom privlače i ne puštaju daleko od obale pozitivne cinkove »plivače«. Oni se ne mogu odmaknuti od same obale i dati mjesta drugim atomima cinka, koji također žele u vodu. Uslijed toga se cink dalje ne otapa. Ali bakreni putnici to jedva dočekaju pa, kad naiđu na ta mjesta, gdje su atomi cinka zaplivali, »nečujno se prikradu« njihovim elektronima na obali i brzo ih navuku na se. Atomi bakra prestanu biti električni i opet postanu crveni, jer one čestice vode otpadnu, što ih je bakar kao putnik na svojim »leđima« vukao. Vidimo, da se cinkov štap presvukao crvenim bakrom. Oni pak cinkovi plivači su ostali bez svojih elektrona čuvara, koji ih nisu puštali od obale, pa slobodno zaplivaju u otopinu.

Dakle, kad smo cinkov štap umočili u modru galicu, atomi cinka su zaplivali u otopinu i pritom ostavili svoje elektrone na štapu, a bakreni put-

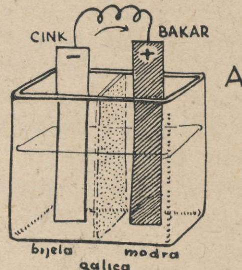
nici su preuzeli te elektrone i staložili se na cinkovu štapu.

Na istom mjestu, na cinkovu štapu, atomi cinka ostavljaju svoje elektrone, a atomi ih bakra uzimaju. Cink »daje« elektrone, a bakar ih »guta«. To njihovo svojstvo su ljudi iskoristili.





Sl. 16.



Sl. 17.

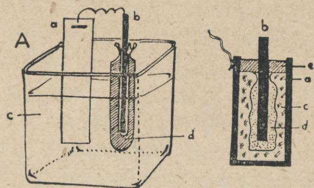
Uzmimo dvije posude. U prvu ulijemo bijelu galicu (cinkovu galicu), a u drugu modru galicu (bakrenu galicu). U posudu sa cinkovom galicom umočimo štap cinka — on postaje negativan, jer atomi cinka zaplivaju i ostavljaju svoje elektrone na štapu (vidi sliku br. 16A). U posudu pak sa bakrenom galicom uronimo štap bakra — on postaje pozitivan, jer se na njega sjednu pozitivni bakreni putnici iz otopine (vidi sliku br. 16B). Spojimo li te dvije posude u jednu tako, da ih još dijeli samo šupljikav zid, koji prijeći, da se obje otopine pomiješaju, dobivamo izvor električne struje (vidi

sliku br. 17). Spojimo li izvan otopine negativni cink sa bakrom, dobivamo struju elektrona, koji teku sa negativnog cinka, gdje ih ima suviše, prema pozitivnom bakru, gdje ih ima manje, jer ih bakreni putnici za sebe troše, kako bi se opet pretvorili u običan crveni atom. Štap cinka postaje sve tanji, on se troši, jer njegovi atomi neprestano ulaze u otopinu ostavljajući elektrone, a štap bakra se deblja, jer tu izlaze bakreni putnici, koji se pretvaraju u atome trošeći elektrone, koji žicom putuju od cinka. Na taj se način neprestano podržava struja, koju čovjek iskorišćuje.

Slično se događa i u Voltinu članku. Ako se namjesto otopine cinkove (bijele) galice i otopine bakrene (modre) galice uzme razrijeđena sumporna kiselina, dobivamo Voltin članak — i tu se događa isto (vidi sliku br. 13A). Ne možda zato, što bi sumporna kiselina imala isto djelovanje, već zato, što ona u okolini obiju metalnih štapova kemijskim putem stvara njihove galice. Dakle oko cinka bijelu (cinkovu), a oko bakra modru (bakrenu) galicu, pa zbog toga kao i prije — cink postaje negativan, a bakar pozitivan. To je Voltin članak.

Ali ne ide to tako glatko. Redovito se u to uplete plin vodik, koji se pri tom stvara iz otopine, i tisuće njegovih sitnih čestica oblože nam štap bakra — naš se članak pokvario i struja više ne teče.

Mnogo se namučio čovjek, dok je tome dosko-čio. I konačno je stvorio članak, kojemu vodik ne škodi. Taj članak namjesto sumporne kiseline



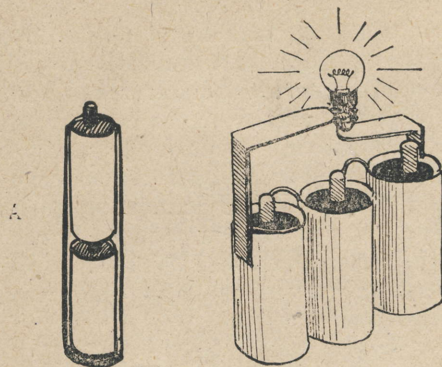
Sl. 18. a) cink, b) ugljeni štap, c) otopina salmijaka, d) zaštitna smjesa, e) smola

ima salmijak, a mjesto bakra štap uglja, koji ima svog čuvara (vidi sliku br. 18A). Njega čuva jedna smjesa, koja odmah veže vodikove čestice, čim se pojave. Vodik nam više ne može takav članak pokvariti.

Ali i ovi članci još uvijek imaju loših strana. Teško se prenose i lako se proliju. Zato su sagrađeni tako zvani »suhi članci«. Kod njih je cink ujedno lončić, u koji je sve smješteno: i salmijak i štap ugljena sa smjesom, koja ga čuva (vidi sliku 18B). Da se otopina salmijaka ne prolije, pomiješana je s piljevinom i brašnom, i gore je sve to zaliveno smolom. Takav članak možeš prekretati, koliko hoćeš, on se ne će proliti.

Ti se članci upotrebljavaju za džepne svjetiljke. Da im se napetost poveća, meću po dva takva,

jedan na drugi, u okrugle baterije (vidi sliku br. 19A), a po tri u plosnate baterije (vidi sliku br. 19B). Za radio se upotrebljava po pedeset i šezdeset takvih članaka.



Sl. 19.

Eto, tako nas je običan željezni čavao, uronjen u modru galicu, naučio, što je i kako djeluje baterija.

KRUŠKA, KOJA SVIJETLI

Znate li, kako je godine 1879. izgledala prva električna žarulja?

Bila je to staklena kruška, u kojoj je bila utaljena pougljena bambusova nit. Kad su kroz nju pustili električnu struju, ona se usijala i svijetlila. Fizičar T. A. Edison, neumorni radnik za do-

brobit čovječanstva, iskušao je 6000 vrsta biljnih niti, dok je našao najbolju, koja pougljena nije pregorila. Iz žarulje je bio isisan zrak, kako u njem ne bi izgorjela usijana nit, koja svijetli. U prvo vrijeme, kad je žarulja bila sretno dogotovljena, nitko se nije htio njom služiti. Bojali su se te »čudne« staklene kruške, koja svijetli. Konačno je jedan američki bankar rekao izumitelju Edisonu: »Možete staviti jednu od ovih stvari u moj ured, ali ako me to ubije ili zapali banku, bit će vaša krivnja«. Nedugo zatim osvojila je električna žarulja svijet. U jednom se opisu onoga vremena veli, da je samo u jednom dijelu New-Yorka (čitaj: Njujork) od 1500 ljudi, koji su se služili plinskom rasvjetom, 1100 dalo uvesti za pokus električnu rasvjetu.

A zašto se nit u žarulji usije i svijetli?

Kroz nit teče struja elektrona, koji neprestano nasrću na atome niti, koji im stoje na putu. Elektron se sudari sa atomima, a atom naglo zakoči elektron i pritom se zatrese. A mi znademo iz svog iskustva, da svuda tamo, gdje se naglo zakoči (»zabremza«), nastaje toplina. Tako se i ovdje prolazom struje elektrona nit ugrije.

Što se događa, kad se žica, kojom teče struja, odjednom suzi, kao što je to na primjer u žarulji, gdje se struja elektrona odjednom nađe u uskoj niti?

Kao što rijeka na suženom dijelu korita brže teče, to su brzaci, a na širem dijelu korita sporije

teče, tako i elektroni na suženom dijelu brže struje, a na proširenom dijelu žice lijeno se vuku.

Tok je struje duž cijele žice na svakom mjestu uvijek jednak. U jednoj sekundi moraju proći na bilo kojem mjestu uvijek recimo 100 elektrona. O debljini će žice zavisiti, kako će na kojem mjestu cijela stotina proći. U širokom dijelu žice moći će elektroni prolaziti jedan uz drugoga »držeći se ispod ruke«, a u uskoj niti morat će se elektroni kretati jedan iza drugoga »jedan po jedan« u koloni. U prvom slučaju kad je žica šira, elektroni se ne trebaju žuriti, ta dospjet će lako proći svi odjednom u jednoj sekundi, ali u drugom slučaju, u uskoj niti, morat će bogme jako poletjeti jedan za drugim, kako bi i onaj stoti po redu stigao proći na tom mjestu do kraja sekunde. Na uskim dijelovima žice se elektroni dakle brže kreću i jače tresu atome, pa se žica jače ugrije i konačno i usije.

Danas žarulja ima nit od kovine *os*mija i volf*rama*. (»Osram« žarulja). Osamdeset centimetara duga nit zavijena je u 3600 zavoja, te se tako skratila na 14 i pol centimetra. Time se manje snage gubi za ugrijavanje okoline oko niti, a više snage ostaje za samu svjetlost. Neke žarulje imaju još i tu nit ponovno savijenu 40 puta, pa je nit skraćena na 2 i pol centimetra. Time se dobilo još sjajnije svijetlo, a kruška je postala manja. Te suvremene žarulje su punjene plinom dušikom ili argonom, koji svojim tlakom priječi isparivanje

usijane žice kod visokih temperatura od 2500 stupnjeva. Da tog plina nema u žarulji, čestice kovine bi se otkidale od tanke niti i slegle se na staklo kruške s unutrašnje strane, pa bi žarulja ubrzo pocrnjela, a nit pregorjela.

Električno glačalo, električno kuhalo i grijalice za sobu imaju također žicu, koja se prolazom struje užari. U kamenolomima i rudnicima paljenje laguma vrši tanka žica, koju električna struja užari, i naboj prasne. U najrazličitijim električnim pećima uspjelo je proizvesti i temperature od nekoliko hiljada stupnjeva Celzija.

MOŽE LI UDARITI »GROM IZ VEDRA NEBA«?

Radiš u polju. Pripeklo je sunce. Jako je sparno — bit će oluje. Osjećaš, kako ti u obraz udara topli zrak, koji se diže sa ugrijane zemlje. Nad tobom u visini se stvaraju prvi oblaci.

A kako nastaju ti oblaci?

I nije to tako lako razumjeti. Kad bismo vidjeli sve struje zraka, koje krstare našim visinama, lakše bismo to shvatili. Goleme mase zraka neprestano putuju nad našim glavama. Ali nisu one sve jednake. Jedne pužu iz dalekih toplih krajeva u hladne, a druge iz hladnih krajeva u tople. Jedne, koje dolaze s mora, vuku sa sobom velike tovare nevidljive vodene pare, a druge pak, to su one, koje dolaze s kopna, nose u sebi malo vodene pare. Događa se, da se takve dvije različite mase

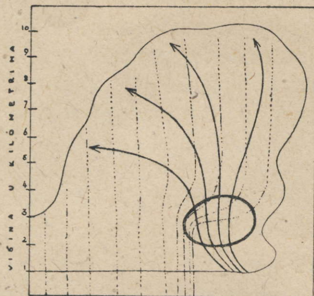
sastanu i sukobe, pa jedna navali na drugu. Jedna je topla i lagana, a druga hladna i teška. Tad se ona hladna bijesno zabije kao klin pod onu vruću masu zraka i podigne taj lagani vrući zrak na svoja leđa. Vrući tad zrak naglo šune uvis i penje se sve više i više. Zajedno s njim diže se i ona vodena para, koju on sa sobom nosi.

U velikim je visinama hladno. Tu se nevidljiva vodena para ohladi i zgusne u maglu, koju mi sa zemlje vidimo kao oblak. Struja vlažnog zraka naglo se diže i struji okomito u vis, te hrani oblak vodenom parom. Oblak se naglo stvara i deblja. Upravo vidiš, kako iz njega kulja, i kako mu na vrhu pupaju bijele glavice, koje su nastale iz bezbroja novo nadošlih kapljica. Glavice se debljaju i šire. Čitav oblak kao da cvjeta. Prilikom stvaranja kapljica na vrhu oblaka oslobađa se toplina, koja još pojača uzlaznu struju zraka. Ovakav je oblak kao tvornički dimnjak, koji »vuče« topli zrak uvis.

Hajde da pogledamo, što se događa u takvu olujnom oblaku.

Zrak, koji se uzdiže, sve se sporije kreće, kao da se »umorio«. Pri samom vrhu oblaka zrak se lepezasto širi (vidi sliku br. 20). Tu je struja zraka slaba i ne može zadržavati kapi, koje počnu padati. Ali teško njima, kad stignu u donji dio oblaka. Tu je struja zraka, koja im u susret puše, vrlo jaka. U donjem se dijelu oblaka zrak najbrže diže uvis. U jednom trenu on se uzdigne po

osam metara. Taj jaki vjetar zadrži kapi. One bi htjele pasti na zemlju, ali do toga ne dolazi. Vjetar ih napuhne, te se na njima stvori vodeni mjehur sličan klobuku (šeširu). Taj mjehur ima vrlo tanku vodenu opnu (kožicu), koja čas zatim prsne, pa iz nje nastane vrlo sitna vodena prašina.



Sl. 20. Prerez kroz oblak, koji dostiže u visinu preko 10 kilometara. Strelice pokazuju strujanje zraka u oblaku, a točkaste crte pokazuju, kako padaju kapljice u olujnom oblaku i kako se uklanjaju struji zraka, gdje je najjača (to mjesto je u slici zaokruženo krugom).

Od preostalog dijela rasprsnute kapi nastanu kapljice, ali te su veće od one sitne vodene prašine.

Naučenjaci su ustanovili, da se na opni svake kapi skuplja negativni elektricitet, a u unutrašnjosti kapi pozitivni elektricitet. Vodena prašina, koja nastaje iz opne kapi, je dakle negativno električna, a preostale kapljice, koje su na-

stale iz unutrašnjeg dijela kapi, su pozitivno električne. Nesretne su dakle kapi, koje su padale sa vrha oblaka, naletile na nemilosrdnu struju zraka, koja ih je rastepla na sitnu negativnu vodenu prašinu i pozitivne kapljice.

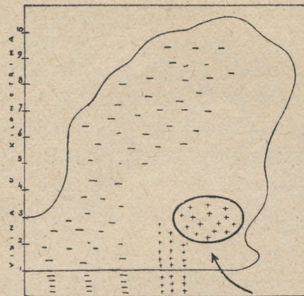
Onu negativnu vodenu prašinu uzdiže struja zraka, a pozitivne kapljice se zgrušaju u veće kapi i padaju dalje. Ali i njih vjetar opet nanovo zaustavlja, napuhuje i rasprskava u negativni vodeni prah i pozitivne kapljice. Sitni negativni vodeni prah, struja zraka neprestano uzdiže gore, a pozitivne kapi ostaju u donjem dijelu oblaka, i struja zraka započinje s njima opet cijelu igru iznova.

Ali dogodi se, da neke pozitivne kapi mimoiđu uski mlaz brzog zraka, koji se diže, pa uspiju pasti na naše njive. One padaju u obliku velikih kapi, koje su pozitivno električne. Naučenjaci tu kišu nazivaju elektropozitivnom kišom. (vidi sliku 21 desno)

A što se događa sa negativnim vodenim prahom? Kamo njega nosi struja zraka?

Vjetar nosi sitni negativni vodeni prah prema gornjem dijelu oblaka. Kako se tu zračna struja širi u lepezu, tako i te vrlo vrlo sitne kapljice dolaze i u stražnje dijelove oblaka. Tu se na njih tad prihvate i druge kapljice, pa ubrzo porastu, te u obliku kiše padaju iz stražnjeg dijela oblaka. Tu kišu nazivaju elektronegativnom kišom. (vidi sliku br. 21 lijevo).

Da ponovimo, kako se rasporedio elektricitet u olujnom oblaku. Na jednom malenom prostoru od dva kilometra nalaze se velike količine vodenih kapi s pozitivnim elektricitetom. (na slici br. 21 je to mjesto zaokruženo krugom, kako bismo ga



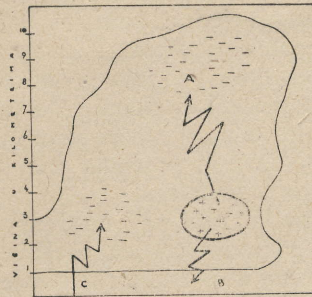
Sl. 21. Raspored elektriciteta u olujnom oblaku. Negativni je elektricitet označen znakom — (minus), a pozitivni znakom + (plus). Negativna kiša pada iz stražnjeg dijela oblaka (na slici lijevo), a pozitivna kiša iz prednjeg dijela oblaka (na slici desno).

lakše pronašli). Njih okuplja struja zraka, koja ih ne pušta k zemlji. Na vrhu pak oblaka i u stražnjem dijelu nalaze se kapi s negativnim elektricitetom (vidi sliku br. 21).

Uzlazna struja zraka se poigrava s pozitivnim kapima. Čas puhne žešće i ponese pozitivne kapi u visine, pa može doći do izjednačenja protivnih naboja ovih pozitivnih kapi i onih negativnih kapi u gornjim dijelovima oblaka. Izbije velika

iskra. Tu unutar samog oblaka nastaje munja, i ona izbija prema gore. (vidi sliku br. 22A). Sa zemlje ne vidimo tu munju. Mi vidimo samo bljesak, koji rasvijetli cijeli gornji dio oblaka.

Međutim se može dogoditi. da zračna struja popusti. Sve će se tad pozitivne kapi spustiti niže



Sl. 22. Tri vrste munja:
A Bljesak — munja u oblaku
B Munja udara iz oblaka u zemlju
C Munja izbija iz zemlje u oblak

prema zemlji. Tad dolazi do munje, koja udara iz oblaka prema dolje (vidi sliku br. 22B). Ta munja može dosegnuti i do zemlje, ali ne mora. Ona ima oblik vijugaste blještave crte, što se često grana.

No pored ovih dviju vrsta munja, može nastati i jedna treća vrsta. U stražnjem se dijelu mogu nakupiti kapi sa negativnim elektricitetom. Tad

munja izbije iz zemlje u stražnji dio oblaka (vidi sliku br. 22C).

Kad preskoči munja, zrak se naglo zagrije i zatitra, pa čujemo jak prasak. Grmljavina je dakle titranje zraka, koji je munja uzdrmala. Munju, koja udari, nazivamo grom (vidi naslovnu stranicu). Ovaj grom je snimljen u Zagrebu. Grom je udario u dimnjak jedne tvornice. Iskra (munja) je probila debeli sloj zraka i zamršenim putem došla do dimnjaka, pa ima i nekoliko grana. Takva munja može biti duga i do tri kilometra.

Sijevanje je odsjev jakih munja, koje udaraju u velikoj daljini, ponekad čak u daljini od nekoliko stotina kilometara.

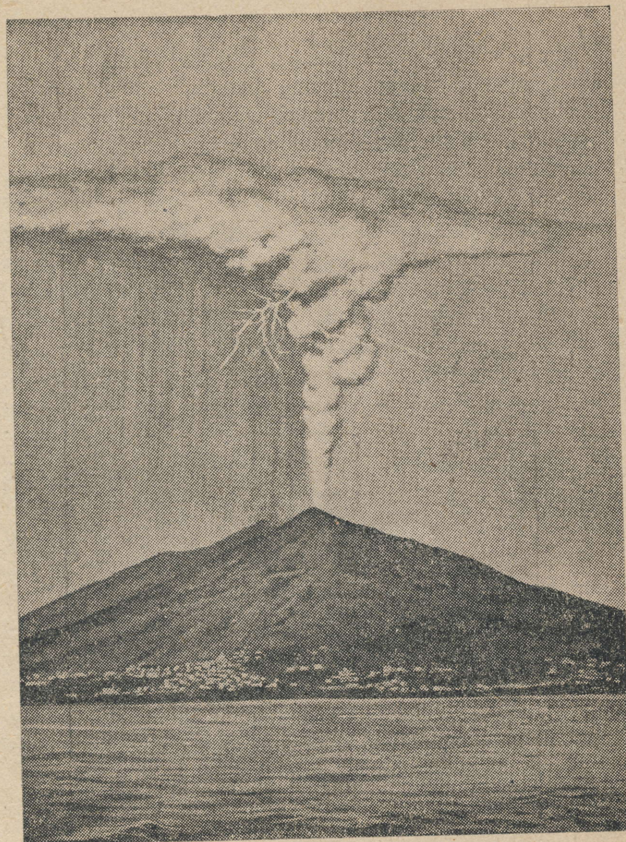
Kad se uzvitla prašina, opaženo je također elektriziranje malenih čestica prašine. To se događa i s pepelom, koji vulkan izbacuje s vodenom parom, pa znade i u ovim slučajevima nastati munja. (vidi sliku 23).

Munju privlače dobri vodići, kao što su vlažna zemlja i voda. Ona rado udara u visoke predmete, kao što su crkveni tornjevi, kuće, visoko drveće i vršci bregova. Zatekne li nas oluja napolju, moramo smjesta odbaciti kosu ili motiku, koje svojim kovnim šiljcima privlače munju, i zakloniti se u nisko grmlje, kako ne bismo bili najviši predmet u okolini. Pučko vjerovanje, da je čovjek siguran pod bukvom i grabom, nije istinito, jer i u njih udara grom, samo su povrede neznatne, pa ih ne opažamo. Kad se čovjek zakloni pod takvo drvo,

misleći da će ga očuvati od groma, ljuto se vara, jer grom i s takva stabla preskoči na čovjeka. Istina je, da su od groma najrjeđe oštećeni: javor, joha, kesten, bukva i grab; a lipa, jabuka, trešnja i orah rijetko; dok naprotiv najčešće su oštećeni: jablan, hrast, kruška, brijest, vrba, jasen, bagrem. No nemoj misliti, ako ne vidiš oštećenu bukvu, da u nju ne udara grom. Doduše bukva ima plitak korijen i raste na suhom tlu, dok hrast ima glavni korijen, koji je okomit i prodire u veće dubine i vlažnije slojeve zemlje, pa grom u hrast radije udara. Ali bukva ima glatku koru, koja se vrlo brzo za kiše smoči, pa se elektricitet lako širi i provodi vodenim putem po površini kore i tek neznatno je ošteti, što se uostalom može vidjeti, ako se dobro pregleda stablo, dok hrast ima krastavu i raspucanu koru, koja se teško čitava smoči, pa munja radije prolazi pod korom kroz vlažne dijelove debla i pritom teško ošteti stablo. To, što vrijedi za bukvu, vrijedi i za jajabuku i za ostala stabla s glatkom korom, a ono, što vrijedi za hrast, vrijedi i za krušku i ostala stabla s hrapavom korom. Najbolje je skloniti se u kuću. I tu se treba kloniti dimnjaka, plinskih i vodovodnih cijevi.

Munja je snažna. Ona cijepa stabla i ruši zidove, a stijene krši. Ona zapali drvo, sijeno i slamu. Životinje i ljude omamljuje i ubija.

Munju, tu najveličanstveniju prirodnu pojavu,



Sl. 23. Munja iznad vulkana Stromboli (Liparski otoci, Italija).

čovjek poznaje odvajkada. Ona je prva električna pojava, koju je čovjek upoznao.

Računa se, da se godišnje na cijelom svijetu javlja oko 16 milijuna oluja, tako da ih na jedan dan dolazi oko 44 tisuće, a na sat 1800. A koliko puta bljesne munja samo u jednoj oluji!

»ČOVJEK I KONJ« RADE DVA PUNA SATA ZA 6 DINARA I 50 PARA

Uz potok klopoće stari mlin i melje žito našeg sela. Tko mu daje snagu? — Snagu mu daje potok, koji pada na njegov točak.

I u susjednom selu imaju mlin, a tjera ga veći potok. Dok na točak našeg mlina pada tek nekoliko litara vode u sekundi, dotle na točak njihova mlina pada mnogo više vode, pa njihov mlin radi s tri kamena. Njihov mlin ima tri puta veću snagu. Dok naš izmelje jednu vreću, dotle njihov izmelje tri.

Odlučili smo našem mlinu povećati snagu. Voda tjera točak mlina svojom težinom. Potok s triput većom količinom vode, tri put bi snažnije tjerao naš mlin. Ali otkud nam veći potok?

Snaga se vodopada može povećati i na drugi način. Pustiš li, da voda pada s veće visine, ona će snažnije udarati o točak mlina. Padneš li u noći s kreveta, to onda i nije tako strašno, ali padneš li s trešnje — zlo i naopako! Svatko znade, da se s visoke trešnje pada većom snagom nego s niskog

kreveta. Treba dakle spustiti točak nešto na niže, pa će tad voda padati iz veće visine i snažnije okretati točak. Ne ovisi dakle snaga vodopada samo o količini vode, koja padne u jednoj sekundi, već i o visini, s koje pada.

Snagu električne struje možemo uporediti sa snagom vodopada. Električnu napetost uporeďujemo s visinom vodopada, a jakost električne struje upoređujemo s jakošću vodopada. Jakost vodopada znademo po količini vode, koja u jednoj sekundi padne sa žlijeba, a jakost električne struje je množina elektriciteta, koja u jednoj sekundi prođe kroz jedno mjesto žice.
Količinu vode, koja u sekundi padne sa žlijeba na točak mlina, mjerimo litrama, a jakost električne struje *amperima.* Visinu vodopada mjerimo metrima, a električnu napetost *voltima.* Kao što snaga vodopada ovisi i o jakosti vodene struje i o visini vodopada, tako i snaga električne struje ovisi i o jakosti električne struje (amperima) i o napetosti (o voltima).

Jakost električne struje

Radio cijev	500 miljuntina ampera
Džepna lampa	2 desetine ampera
Električna žarulja	3 desetine ampera
Električno glačalo	2 ampera
Električna grijalica	4 ampera
Tramvay	150 ampera
Dobivanje aluminija	10 hiljada ampera
Peć za talenje	100 hiljada ampera

Električna napetost

Radio aparat	5 miljuntina volta
Džepna lampa	4 i pol volta
Rasvjetna lampa	110 i 220 volta
Tramvay	500 volta
Električna željeznica	1000 volta
Vodovi visoke napetosti	300 tisuća volta
Razbijanje atoma	do 100 milijuna volta
Munja	oko 15 milijuna volta

Ali kad nam dođe čovjek s računom od električne centrale, on nas ne pita, koliko smo ampera potrošili, i ne kaže nam ni napetost u voltima, već on od nas traži, da platimo kilovatsate.

Kilovat-sat... kakva je to opet mjera? Što znači kilovat-sat? Malu riječ »kilo« poznajemo. Sjetimo se samo kilometara i kilograma. Kilo-metar znači 1000 metara, a kilo-gram znači 1000 grama. Dakle će kilo-vat značiti 1000 vata.

A što je vat?

Vat je mjera snage — mjera za brzinu rada. Jer onaj je snažniji, koji isti rad brže svršava. Snaga struje ovisi, kako smo već prije rekli, i o napetosti u voltima i o jakosti u amperima. Moramo dakle kod određivanja snage električne struje uzeti u račun i volte i ampere. Struja od jednog ampera pri napetosti od jednog volta ima snagu jednog vata. Vat je mala snaga. Tek 736 vata daju jednu konjsku snagu. Dvije trećine te snage, to jest 500 vata, je snaga običnog konja, koji gotovo nikad ne dostigne »konjsku snagu«, jer je ta uzeta po

radu osobito snažnog konja. Snaga čovjeka iznosi oko 70 do 80 vata, to jest odprilike jednu desetinu konjske snage.

Snaga električne struje

Radio slušalica	1 tisućinka vata
Džepna svetiljka	9 desetinka vata
Obična žarulja	10 do 100 desetinka vata
Čovjek	70 do 80 vata
Radio aparat	75 vata
Električno glačalo	oko 500 vata
Običan konj	500 vata
Osobito jak konj	736 vata
Tramvay	100 kilovata
Radio stanica Zagreb	
danas:	10 kilovata
pojačat će se na	20 kilovata
Radio stanica Beograd	
danas:	20 kilovata
pojačat će se na	120 kilovata
Električna lokomotiva	4000 kilovata

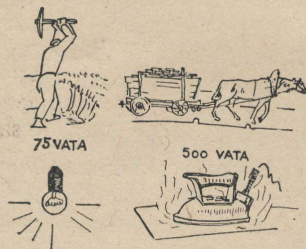
Uzmimo jednu žarulju. Na njoj piše »220 V 75 W«. To su kratice: V znači volt, a W znači vat. Ono »220 V« znači da je ta žarulja načinjena za napetost od 220 volta. To piše zato na žarulji, jer ima električnih centrala, koje u žicama stvaraju napetost samo od 110 volta. U tom će se slučaju morati nabaviti žarulja na kojoj piše »110 V«. A onih »75 W« znači, da žarulja u svakoj sekundi troši 75 vata, što po prilici odgovara snazi jednog čovjeka.

U električnom glačalu na primjer prolazi struja od 2 ampera pri napetosti od 220 volta. Što mislite, koliku električnu snagu troši to glačalo? Znamo, da struja od jednog ampera pri napetosti od jednog volta daje jedan vat. Ali kod glačala imamo 2 ampera, dakle dva puta veću struju, i 220 volta, dakle i 220 puta veću napetost. Već smo prije rekli, da su za snagu jednako važni amperi kao i volti. Snaga, koju glačalo troši, bit će veća i zbog 2 put veće struje i zbog 220 puta veće napetosti. Zbog 2 puta veće struje bit će snaga dvaput veća, a zbog 220 puta veće napetosti bit će 220 puta veća, što ukupno povećava snagu 440 puta (2 puta 220). Mi dakle možemo izračunati snagu u vatima, ako ampere pomnožimo sa voltima. Električno dakle glačalo treba u svakoj sekundi 440 vata, što je od prilike jednako snazi običnog konja. I na njem će pisati »220 V 440 W«, što će u kraticama reći, da je to glačalo načinjeno za napetost od 220 volta i da troši 440 vata na sekundu.

Nama je jasno, da radnik kroz dva sata dvaput više napravi nego za jedan sat. A za tri sata tri puta više. Zato se radnik i plaća po satu. I električnu centralu možemo smatrati radnikom, jer tjera elektrone kroz žicu. I njoj se također plaća potrošak struje po satu.

Ona žarulja, koju smo spomenuli, troši 75 vata u sekundi. Ako ona gori cio sat, trošit će kroz cio sat svake sekunde 75 vata. a kako sat ima 3600 sekundi, to će ta žarulja potrošiti 3600 puta po 75

vata kroz to vrijeme. Kad to izračunamo, dobivamo velik i nespretan broj. Ali ljudi u centrali su spretni i ovako govore: »Tvoja je žarulja kroz čitav sat neprestance svake sekunde trošila 75 vata. Nazovimo to posebnim imenom, kako bismo



Sl. 24.

izbjegli onim velikim i nespretnim brojevima. Nazovimo to 75 vat-sati«. Vat-sat znači, da netko troši kroz cijeli sat, to jest svake sekunde, po jedan vat. Ono glačalo dakle troši 440 vatsati, ako neprestano glačamo kroz jedan sat.

Uzmite, da kroz dva sata neprestano glačamo a žarulja od 75 vata nam kroz cijelo vrijeme svijetli. Glačalo troši kroz jedan sat 440 vatsati, a kroz dva sata potrošit će dva puta više, dakle 440 puta 2 što čini 880 vatsati. Kroz ta dva sata žarulja će potrošiti 2 puta 75 (da gori 3 sata, množili bi sa 3 i t. d.), što iznosi 150 vat-sati. Zbrojimo li potrošak struje na glačalu s onim potroškom na ža-

rulji, 880 vat-sati sa 150 vat-sati, dobivamo 1030 vat-sati. Hiljadu vata nazivamo kilovatom. U ovom slučaju smo potrošili nešto malo više od kilovat-sata. U Zagrebu kilovat-sat stoji *6 dinara i 50 para,* pa bi prema tome za glačanje glačalom konjske snage i svijetljenjem žaruljom čovječje snage kroz dva sata platili svega 6 dinara i 50 para. Zar nije elektricitet jeftin? »Čovjek i konj« rade 2 sata, i za to treba platiti samo nešto više od 6 dinara i pedeset para.

SADRŽAJ

Urednik *Dr. Gabrijel Divjanović*
Korektor *Petar Giunio*

Rkp. br. 193. — 4 tiskana arka
Naklada 25.000 primjeraka
Tiskanje dovršeno 3. III. 1947.
u tiskari Nakladnog zavoda Hrvatske
Zagreb, Frankopanska ul. 26

Cijena knjizi D 4.—

41027

MALA NAUČNA KNJIŽNICA
HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

izlazi dva puta mjesečno u malim svescima, u kojima se pruža širokim slojevima naroda lako pristupačno vrelo osnovnog znanja iz prirodnih nauka. Dosada su izišli slijedeći svesci:

	Cijena Dinara
1. Dr. Gabrijel Divjanović: Zemlja i svemir . .	4.—
2. Dr. Ivan Supek: O postanku čovjeka (rasprod.)	4.—
3. Dr. Ivan Supek: Elektricitet, div moderne tehnike (rasprodano)	3.—
4. Branko Božić: Naše tijelo	4.—
5. Dr. Milan Herak: Kora Zemljina — povjesnica života	4.—
6. Dr. Vanda Kochansky: Goleme životinje iz prošlosti	2.—
7—8. Drago Grdenić: Atomi i molekule . . .	3.—
9. A. J. Oparin: Postanak života na Zemlji . .	2.—
10. M. Plisecki: Porijeklo čovjeka	3.—
11. A. Volodin: Strašne pojave u prirodi . . .	3.—
12. Ivan Sergejev: Neobične nebeske pojave . .	3.—
13. Z. Kosenko: San i snoviđenje	3.—
14. B. Voroncov—Veljaminov: Da li je bilo početka i da li će biti kraja svijeta	3.—
15. Dr. Leo Randić: Kako nastaje kiša i snijeg .	4.—
16. Drago Grdenić: Zrak, voda, vatra	4.—
17. Milan Kaman: Što je život	4.—
18. I. Sergejev: Nauka i praznovjerje	3.—

Slika na omotu

Grom je udario u dimnjak jedne zagrebačke tvornice.

Foto: Ljubo Vidmajer, Zagreb